Ein Beitrag zur Behandlung von Pseudarthrosen durch plastische Operationen.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR ERLANGUNG DER MEDIZINISCHEN DOKTORWÜRDE

VORGELEGT DER

HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
DER ALBERT-LUDWIGS-UNIVERSITÄT

ZU

FREIBURG IM BREISGAU

ACAD.
LUGD. BAT.
BIBL.

VON

KARL REINHART

AUS

DAMPFACH

Freiburg i. B.
Hammerschlag & Kahle, G. m. b. H.
1912.

Gedruckt mit Genehmigung der medizinischen Fakultät der Universität Freiburg i. Br.

Dekan:
Geh. Hofrat Professor Dr. Axenfeld.

Referent:
Geh. Hofrat Professor Dr. Kraske.

Seinen Eltern in dankbarer Verehrung
gewidmet.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41545322_0060

Zu allen Zeiten hat sich die Chirurgie mit dem Probleme beschäftigt, die Ausbildung von Pseudarthrosen soweit als möglich hintanzuhalten und andrerseits durch Kunsthilfe nach Eintritt eines solchen unerwünschten Ereignisses die natürlichen Heilungsvorgänge zu modifizieren und günstig zu beeinflussen. Zeigen doch vollentwickelte Pseudarthrosen so gut wie keine Tendenz zur Spontanheilung und haben sie doch für den Träger des Leidens, zumal bei Lokalisation an den unteren Extremitäten meist schwere funktionelle Ausfallserscheinungen und damit die schwersten sozialen Schädigungen im Gefolge.

Im pathologisch-anatomischen Sinne setzt die Bezeichnung Pseudarthrose das Vorhandensein wirklicher Gelenkbestandteile voraus, während der Begriff im klinischen Sinne alle diejenigen stationären Zustände umfaßt, welche in Folge einer stattgehabten Continuitätstrennung eines Knochens zurückbleiben können, Zustände, deren Hauptkriterium die bleibende abnorme Beweglichkeit ist. Faßt man das Wesen der Pseudarthrose in diesem Sinne auf, so tritt sie dem Kliniker in den verschiedenartigsten, vielgestaltigen Variationen entgegen. Und dementsprechend mußten auch die Mittel und Wege, unvereinigte Frakturen zur Vereinigung zu bringen, mannigfaltige sein; alle aber tendieren dahin, die mangelhafte oder vollkommen erloschene Regenerationsfähigkeit der Gewebe an der Bruchstelle anzufachen und Consolidation herbeizuführen.

Neben der Anwendung einer Lokaltherapie tauchten hin und wider Versuche auf, durch Darreichung innerer Medikamente die Knochenbildung zu erzielen, so durch reichliche Gaben von phosphorsauren und kohlensauren Kalkpräparaten; aber der Erfolg blieb aus. Das gleiche Schicksal hatte die Verabreichung von kleinen Phosphorgaben, die doch nach den experimentellen Untersuchungen Wegners einen unverkennbar spezifischen Einfluß auf das Wachstum der Knochensubstanz ausübt, der als „formativer Reiz für das osteogene Gewebe" betrachtet wird. Erfolgreicher war in seltenen Fällen die Anwendung von Thyreoidin, zuerst von Steinlein empfohlen, nach dessen Berichte in einem Falle von Pseudarthrose die Knochenwucherung nach Verabreichung von 0,5—0,6 g täglich mehrere Wochen hindurch fortgesetzt zunahm.

Daß in der lokalen Therapie die vorantiseptische Zeit darauf angewiesen war, unblutige Methoden zu erfinden und zu kultivieren, wenn sie den verheerenden Folgen der Wundkrankheiten aus dem Wege gehen wollte, ist leicht begreiflich; im Gegensatz hiezu ermöglichte die verbesserte Operationstechnik der neueren Zeit, die aseptische Wundbehandlung, das Operieren unter Blutleere immer mehr die Anwendung operativer Verfahren.

Unter den unblutigen Verfahren fand die Applikation verschiedener reizender Substanzen auf die Haut in früherer Zeit häufig Anwendung, so das Aufpinseln von Jodtinktur, Kataplasmen und ähnliches. Von Ollier, Brodi und Stanley wurde vielfach die dauernde Immobilisierung der Extremität geübt, bei Neigung zu Dislokation zweckmäßig verbunden mit der Applikation von Pelotten, die das dislocierte Ende an Ort und Stelle zu fixieren suchten. Ein sehr altes, schon Celsus bekanntes Verfahren ist die Exa-

speration der Bruchflächen, d. h. das Reiben derselben gegen einander, wobei die Bindegewebsschichten über den Flächen gequetscht und zerrissen werden. Das Reiben muß jeden Tag wiederholt werden, bis anhaltender Schmerz und Schwellung der Bruchgegend die eingetretene Reaktion anzeigen.

Ähnlich wie die manuelle wirkt die automatische Friktion beim Gehen, das sogenannte Heilgehen bei Pseudarthrosen der unteren Extremitäten, ein Verfahren, das schon 1770 von White empfohlen wurde. Die günstigen Erfolge dieser Methode sind zum Teil wohl auch darin begründet, daß durch die häufige Bewegung des Beines die Zirkulationsverhältnisse günstiger werden und damit der Ernährungszustand sich besser gestaltet.

Die subkutane Zerreißung der bindegewebigen Zwischensubstanz fand nur wenige Anhänger, doch wurde sie vor einiger Zeit von Gurlt und von P. Bruns warm empfohlen. Bei einer straffen bindegewebigen Vereinigung ist die Ausführung so, daß die Enden manuell gegeneinander geknickt werden, die Friktion der Flächen nach der Zerreißung angewendet und ein Contentivverband angelegt wird.

In neuerer Zeit haben sich mehrere Verfahren Aufnahme in die Pseudarthrosentherapie verschafft, welche alle beabsichtigen, die Regeneration durch Anwendung der lokalisierten Hyperämie um die Bruchstelle anzuregen. Die ersten dahinzielenden Versuche machte Dumreicher im Jahre 1875. Ähnlich verfuhren auch Thomas und Jones, welche der elastischen Umschnürung die täglich zu wiederholende Perkussion der Bruchstellen mit einem kleinen Hammer vorausschickten und auf diese Weise günstige Resultate erzielten. In ausgedehntem Maße machte Helferich von der Stauungshyperämie Gebrauch. Er erzeugt

die nötige Hyperämie durch das Umlegen einer Gummibinde, welche anfangs einige Stunden im Tag, zuletzt Tag und Nacht liegen gelassen werden soll. Eintretenden Stauungsödem begegnet er durch Einwickeln des peripheren Teiles mit Flanellbinde. Von dieser Art elastischer Constriktion erwartet Helferich nicht, daß sie vollkommen erloschene Regeneration wieder anzufachen imstande wäre, sondern will sie angewendet wissen, in Fällen von einfach verzögerter Callusbildung, in Fällen, in denen die Knochenproduktion überhaupt angeregt ist, wo nur die Steigerung einer aus anderer Ursache bedingten Knochenneubildung erreicht werden soll. Er wandte dies Verfahren besonders in Combination mit anderen Methoden der Pseudarthrosenbehandlung als unterstützendes Moment an und konnte eine nicht unbeträchtliche Verkürzung der Heilungsdauer sowie erhöhte Tendenz zur Callusbildung beobachten.

Verschiedene Heilverfahren, die allerdings in der modernen Pseudarthrosentherapie kaum noch Verwendung finden, lassen sich als Übergang zu den eigentlich operativen auffassen, nämlich die Elektropunktur, die Ignipunktur und die Akupunktur. Ebenso besitzen die subkutane Perforation der Bruchenden, d. h. die Einführung eines stiletartigen Perforatoriums in die Bindegewebsbrücke zwischen den sich gegenüberstehenden Fragmentenden, sowie die subkutane Skarifikation der Bruchflächen, wobei mit Hilfe eines Messers durch die Haut eingestochen und die fibröse Zwischensubstanz durchtrennt wurde, in der Hauptsache nur historisches Interesse.

Große Bedeutung erlangten in der Pseudarthrosenbehandlung die Versuche, durch Injektion reizender Flüssigkeiten Consolidation herbeizuführen. Hiezu wurde in älterer Zeit Portwein, Eichenrindenextrakt

und Ähnliches verwendet. In neuerer Zeit versuchte man neben Jodtinktur, Alkohol, Lugolscher Lösung, Terpentinöl auch Carbolsäure und Injektionen von Milchsäure und Chlorzink. Die Wirkung dieser Mittel beruht auf dem Reize zur Knochenregeneration, den sie teils vermöge ihrer chemischen Charaktere, teils als dem Organismus fremde Körper auf das Periost der Knochenstümpfe ausüben. Und in dieser Wirkungsart ist auch die beschränkte Anwendungsmöglichkeit der Injektionsmethode begründet; sie stellt nur in Fällen einen Erfolg in Aussicht, in denen die beiden Fragmentenden sehr nahe sind und gesundes Periost vorhanden ist. Derartige Bedingungen hat naturgemäß auch das Vorgehen Biers zur Voraussetzung, der in Fällen lange bestehender Pseudarthrosen durch Blutinjektion Heilung erzielte. In dem Bestreben, die natürlichen Verhältnisse für die Heilung eines subkutanen Knochenbruches, der ja immer bedeutende Blutergüsse zwischen und um den Bruch verursacht, unter deren Einfluß der Heilprozeß vor sich geht, an veralteten, nicht konsolidierten Frakturen herbeizuführen, injicierte er in verschiedenen Intervallen je ca. 20 ccm frisches, nicht defibriniertes Blut, das soeben durch Aderlaß aus den Armvenen des Patienten gewonnen war. Auf diese Weise gelang es ihm in einem Falle von Unterschenkelpseudarthrose, die seit 14 Monaten bestand, durch 6 Injektionen innerhalb 7 Monaten feste Verheilung zu erzielen, in einem anderen 13 Monate alten Falle von Tibiapseudarthrose, die durch Silberdrahtnaht nicht beseitigt worden war, durch eine einmalige Einspritzung von 15 ccm Blut innerhalb 3 Wochen feste Consolidation herbeizuführen. Eine Pseudarthrose der Clavicula wurde nach resultatloser Anfrischung und Naht, nachdem 18 Monate lang abnorme Beweglichkeit deutlich nachzuweisen war, durch 3 Blutinjektionen

innerhalb 10 Wochen zur Heilung gebracht. Nach der Behandlung von 7 weiteren Fällen von verzögerter Callusbildung, bezw. beginnender Pseudarthrose mittels Bluteinspritzung, unter welchen sechsmal volle Heilung eintrat, faßte Bier in der Empfehlung dieser Maßnahme die Resultate seiner experimentellen Untersuchungen und klinischen Beobachtungen dahin zusammen, daß „als der hauptsächliche Reiz und wahrscheinlich auch als ein vortreffliches Ernährungsmaterial für den jugendlichen Callus der Bluterguß anzusehen sei.“ Nach dem Beispiele Biers gingen seitdem eine Anzahl von Chirurgen vor zum Teil mit gutem Erfolge. So berichtet Reinhardstöttner über mehrere Pseudarthrosen, welche in der Münchner chirurgischen Klinik mit Heilungsdauer von ½—6½ Monaten durch Blutinjektionen mit gutem Resultate behandelt wurden; Gelinsky über 2 Pseudarthrosen aus der Rostocker Klinik, bei denen das Bier'sche Verfahren Anwendung fand. In dem einen Falle wurde eine Unterarmfraktur im Zwischenraum von 4 Wochen zweimal mit Injektion von Blut behandelt. Nach 9 Monaten bestand noch eine ausgesprochene Pseudarthrose der Ulna, während der Radius in der Zeit der Einspritzungen in 4 Wochen konsolidierte.

Unter den modernen Heilmethoden der Pseudarthrosen dominieren unstreitig die operativen Verfahren. Dieffenbach gebührt das Verdienst, auf diesem Gebiete bahnbrechend vorgegangen zu sein. Zum ersten Male im Jahre 1846 hatte er bei einer Pseudarthrose durch Einlegen von Fremdkörpern in den Knochen Osteophytbildung zu erzeugen versucht. Er wählte dazu Elfenbeinstäbchen, die er nach vorausgegangener Durchbohrung der Knochenenden in letztere eintrieb und etwas über den Knochen vorstehen ließ. Je nach der Stärke der Reaktion ließ er die Stäbchen

verschieden lange Zeit liegen. Das typische Dieffenbach'sche Verfahren erfuhr nun im Laufe der Zeit verschiedene Modifikationen: statt der Elfenbeinstifte wurde anderes Material verwendet: Senn empfahl aseptische Knochenstifte. Nußbaum schlug vernickelte Bretternägel ein. Reyher Stahlstifte. Langenbeck bediente sich schon 1855 versilberter Stahlschrauben, Gussenbauer des von ihm angegebenen Doppelnagels. Das Einschrauben von Metallschrauben und Fixieren von kleinen Metallschienen wurde in verschiedenster Weise geübt. Außer den Hausmann'schen Verschraubungen wurde von Martin und White eine kleine Silberplatte mit entsprechenden Löchern für durchzuführende Schrauben nach dem Knochen geformt und angeschraubt. Alle diese Fixationsmittel wurden später, nachdem sie ihre Aufgabe der Retention der Bruchstücke nach eingetretener Callusbildung erfüllt hatten, wieder extrahiert, wenn sie nicht, wie das nicht selten geschah, spontan ausgestoßen wurden.

Einen sehr bedeutsamen Fortschritt machte die Pseudarthrosentherapie mit der Einführung der Resektion der Fragmentenden und anschließender Vereinigung und Fixation durch die Knochennaht. Zum ersten Male im Jahre 1860 in Amerika von White ausgeführt, konnte dieser Eingriff zunächst wegen seiner Gefährlichkeit nur schwierig Aufnahme finden; mit der Einbürgerung der Antisepsis aber wurde die Resektion und Knochennaht in allen ausgesprochenen Fällen von Pseudarthrosen zu einer der häufigsten Methoden. Die Vorzüge des Verfahrens liegen einerseits in dem mächtigen Reiz zur Knochenregeneration, den die Knochenenden durch die Anfrischung erfahren, andrerseits in der Möglichkeit genauer Adaption und sicherer Fixation der Bruchstümpfe. Zumal bei den zahlreichen Pseudarthrosen, die durch Interposition

von Weichteilen hervorgerufen sind, bietet die Resektion und Naht der Bruchenden, da naturgemäß alle unblutigen Maßnahmen versagen, die sichersten Aussichten auf eine Wiederherstellung der Knochenkontinuität. Die Modifikationen der Anfrischung des Knochens, ob querverlaufend, schräge. treppen- oder keilförmig richten sich meist nach den vorliegenden Verhältnissen, nach der Form der Bruchenden u. a. Sehr zahlreich sind die Berichte in der Literatur über Pseudarthrosenheilungen, die durch dieses Verfahren erzielt wurden. So veröffentlichte Ranzi 18 Fälle von Pseudarthrosen, die durch schräge, treppenförmige und winkelförmige Anfrischung und Naht beseitigt wurden. In der Klinik von Eiselsbergs wurden nach Mitteilungen von A. Weiß von 1896—1899 acht Patienten mit Pseudarthrosen durch Anfrischung von Knochenenden und Naht vollständig wiederhergestellt. v. Eiselsberg spricht sich über die Methode in folgender bemerkenswerter Weise aus: „Für die Heilung von Pseudarthrosen im allgemeinen kann, soweit eine operative Behandlung überhaupt erforderlich ist, die Resektion mit folgender Fixation beider angefrischter Knochen das typische Verfahren genannt werden. Bei ausgedehnten Defekten kann die nach der Resektion auftretende Verkürzung so beträchtlich werden, daß selbst im Falle fester Heilung die nachträgliche Funktion viel zu wünschen übrig läßt. Dies gilt besonders für die untere Extremität. Und doch ist die feste Heilung mit selbst beträchtlicher Verkürzung noch weit der bleibenden Pseudarthrose vorzuziehen, da bei letzterer nur durch eine sehr gute Prothese überhaupt der Gang ermöglicht wird.“

Die Retention der Bruchenden kann abgesehen von der Knochennaht durch Silberdraht oder Aluminiumbroncedraht, der ältesten Methode, auch durch

Elfenbeinstifte bewirkt werden, die der Länge nach in die zuvor eröffnete Markhöhle eingelegt werden. Munk veröffentlichte 1890 vier Fälle von Pseudarthrosenbildungen, die durch dieses zum ersten Male von C. Heine geübte Verfahren erzielt worden waren. Auch in der Basler chirurgischen Klinik führte nach einer Mitteilung von E. Markus in den Jahren 1878 bis 1895 in 10 Fällen von Pseudarthrosen das Einlegen eines Elfenbeinstiftes in die Markhöhle der Fragmente achtmal zur Heilung. Noch in höherem Grade als die Drahtnaht dürfte sich der Elfenbeinstift im Innern der Markthöhle zur genauen Adaption und Retention der Knochenfragmente eignen, und auch der formative Reiz des umfangreichen Fremdkörpers auf das osteogene Gewebe dürfte in einer Abkürzung der Heilungsdauer und in einer mächtigeren Callusentwicklung Ausdruck finden. Das Schicksal des Elfenbeinstiftes kann sich ganz verschieden gestalten und hängt in erster Linie von der Art des Wundverlaufs ab. Bei stärkerer Eiterung finden sich die Stifte je nach der Dauer des Liegenbleibens mehr oder weniger lebhaft arrodiert, stellenweise ganz resorbiert; bei nur geringer oder ganz fehlender Reaktion bleiben die Stifte ganz glatt und unversehrt. Sie können aber auch in ganzer Ausdehnung ausgestoßen werden, andrerseits analog anderen Fremdkörpern vom Organismus mit einer bindegewebigen Kapsel umhüllt und eingeheilt oder auch nach allmählicher Resorption durch Knochengewebe ersetzt werden.

Ein weiterer Versuch, eine Pseudarthrose durch operativen Eingriff zu beseitigen, nämlich die Einkeilung eines Fragmentes in die Markhöhle des andern wurde zuerst von Roux unternommen, später von Langenbeck und andern wiederholt; die Methode wurde nicht oft angewendet und unter den wenigen

Fällen konnte Bruns nur einen geheilten verzeichnen.

Einen neuen Weg in der operativen Pseudarthrosenbehandlung betrat v. Mikulicz, indem er nach einem Vortrage auf dem Chirurgenkongreß 1889 nach Freilegung der Fragmente das noch vorhandene Periost durch Einlegen von Terpentingazestreifen zur stärksten Reaktion brachte. In traumatischen Fällen von Pseudarthrose ging er so vor, daß er nach einem Längsschnitt durch sämtliche Weichteile und das Periost das letztere etwa 10 cm weit vom Knochen mit dem Raspatorium fast im ganzen Umfang ablöste und in den Spalt zwischen Knochen und Periost in Terpentinöl getränkte Gaze füllte. Nach 4—5 Tagen wurde die Gaze entfernt und von nun an alle 2—3 Tage durch frische ersetzt bis die Wunde verheilt war. Einen glänzenden Erfolg erzielte dieses Verfahren auch in einem Falle von Tibiapseudarthrose, die durch Osteomyditis und die durch letztere bedingte Nekrotomie entstanden war. Nach zweijährigem Bestand des 15 cm langen Defektes wurde von v. Mikulicz am oberen konisch zugespitzten Knochenende das Periost vom Knochen abgelöst, dann spaltete M. den dem Periost anhängenden Narbenstrang im oberen Teile durch einen Längsschnitt in 2 Hälften. Von den Schnittflächen wurden in der Längsrichtung mehrere Seitenschnitte durch die 2 Hälften des Stranges gelegt, sodaß der Narbenstrang gewissermaßen in eine Reihe von Längssegmenten aufgeblättert wurde. Dazwischen wurde nur Terpentingaze gelegt. Die Operation wurde in späteren Sitzungen successive auch an den unteren Partien des Stranges wiederholt. Nach 5 Operationen war der ganze Defekt innerhalb 9 Monaten durch einen festen Knochen ersetzt, welcher stellenweise sogar die Dicke der normalen Tibia

übertraf und die Extremität wieder funktionstüchtig machte.

Das Vorgehen von v. Mikulicz fand keine Nachahmung. Führt doch bei Pseudarthrosen mit geringer Distanz der Bruchenden meist das technisch einfachere Verfahren der Anfrischung und Naht zur knöchernen Vereinigung, während bei größeren Continuitätsdefekten die plastischen Operationen sicherere Aussicht auf kürzere Heilung und feste Consolidation bieten.

Eines modificierten Resektionsverfahrens, nämlich der Continuitätsresektion eines Parallelknochens bei Defekt im andern, bediente sich v. Bergmann bei einem Patienten, dem wegen eines Sarkoms der Tibia ein fast 12 cm langes Stück aus der Continuität des Knochens reseciert worden war. v. Bergmann entfernte ein 11 cm langes Stück der Fibuladiaphyse an entsprechender Stelle, die Tibiaenden wurden angefrischt, die Knochen zusammengeschoben und durch einige Silberdrahtnähte fixiert. Nach 2 Monaten war absolut feste Consolidation eingetreten.

Die Bestrebungen, Continuitätslücken eines Knochens durch Überbrückung auf dem Wege plastischer Operation auszufüllen, gehören der Neuzeit an. Im wesentlichen sind es 3 Methoden, die diesem Ziele entgegenführen, die Heteroplastik, die Homoplastik und schließlich die Autoplastik. Was zunächst die Heteroplastik betrifft, die im Einlegen von fremdartigem Material besteht, wozu man nicht nur Fremdkörper im gewöhnlichen Sinne, sondern auch totes, dekalziniertes und lebendfrisches Knochenmaterial von einer differenten Species rechnen muß, so erfolgt regelmäßig nach den Untersuchungen Adolf Schmitt's und den Beobachtungen Ollier's, W. Müller's und Barth's nur bindegewebige Einkapselung, niemals

Einheilung mit Wachstum, während resorbierbares Material fettiger Degeneration und der allmählichen Resorption anheimfällt. Aber gleichwohl kann die Einpflanzung von Fremdkörpern zu sehr guten Resultaten führen, da ihre Implantation gleichzeitig verschiedene Aufgaben erfüllt: zunächst stellen sie bei vorhandenem Defekt eine Art provisorischer Continuität her und sichern diese solange, bis der Fremdkörperreiz auf die knochenbildenden Gewebe zu genügender Calluswucherung und endgültiger Consolidation geführt hat. Auf diesem Wege gelang es Kronacher, in einen sehr großen Fibuladefekt ein großes Stück Elfenbein einzuheilen. In einem anderen Falle erzielte er nach Resektion der kranken Partien der Grundphalanx eines Zeigefingers wegen Spina ventosa vollständige Heilung durch Implantation des Cortikalisteiles eines Kalbsknochens, der in Sodalösung ausgekocht und in Carbollösung aufbewahrt worden war. In der Breslauer Klinik wurde nach einer Publikation Smolnys bei 3 Patienten der Versuch gemacht, große Continuitätsdefekte, welche durch Resektion sarkomatös erkrankter Knochenteile entstanden waren, heteroplastisch mittels toten menschlichen Knochens zu schließen, aber ohne daß knöcherne Einheilung eintrat. Erfolgreicher war Barth, der mit der Implantation von totem Knochen bei einem 17-jährigen Mädchen ein günstiges Resultat erzielte. Nach Einlegen von Knochenkohle in die Markhöhle war nach 10 Wochen feste Consolidation eingetreten. Auch Colley gelang es, auf eigenartige Weise durch Einführung von Knochenasche in einem Fall von Pseudarthrose beider Knochen in der Mitte des Vorderarms einen Patienten von seinem schweren Leiden zu befreien. Es handelte sich um einen 23jährigen Mann, bei dem sich nach einer traumatischen Fraktur

infolge völlig fehlender Neigung zu Callusbildung eine falsche Gelenkbildung eingestellt hatte. Da die Naht beider Knochen wegen eines ausbrechenden Delirium tremens unmöglich war, das eine Incision nicht zuließ, stellte sich Colley aus fein pulverisierter, im Glühtopfe frisch gebrannter Knochenasche vom Femur eines Rindes mit Mucilago-Gummi arabici und destilliertem Wasser einen auskochbaren, dünnflüssigen Brei her, der die weite Canüle einer großen Pravaz'schen Spritze mit einiger Mühe passierte. Von dieser Masse injicierte er ohne Narkose von 4 Wochen zu 4 Wochen je 10 ccm in die Umgebung der Fragmentenden. Nach der 6. Einspritzung waren Ulna und Radius fest konsolidiert. Wenn auch in diesem Falle die Injektion der körperfremden Materie die Regenerationskraft des Periost's angefacht haben mag, so dürfte doch auch die Knochenasche als solche die Wiedervereinigung der Knochenenden mächtig gefördert haben. Von lebendem Tierknochen machte Chutaro Tomita in 2 Fällen Gebrauch, in denen es sich um ausgedehnte Continuitätsdefekte infolge von Knochenschüssen handelte. Beide Fälle kamen während des japanisch-russischen Krieges im Reservespital zu Nagoya zur Behandlung. In dem einen Falle war nach Verwundung des rechten Unterschenkels durch Granatsplitter nach Ausheilung der Weichteilwunden eine Knochenlücke von über 12 cm zurückblieben. In diesen Defekt implantierte Chutaro Tomita ein Knochenstück, das mit Periost und Mark aus dem Femur eines frisch geschlachteten Kalbes genommen worden war. Nach reaktionsloser Einheilung vermochte Patient nach 16 Wochen mit Hilfe eines Stockes langsam zu gehen und konnte in der 27. Woche nach der Operation mit bedeutender Besserung der zuvor bestehenden Beinatrophie entlassen worden. In dem

2. Falle handelte es sich um eine Pseudarthrose des rechten Oberarms, die sich im Anschluß an eine Granatsplitterverletzung ausgebildet hatte. Der Defekt wurde durch frischen lebenden Oberschenkelknochen eines Kaninchens in einer Länge von 7 cm ausgefüllt. In der 23. Woche nach der Operation fand man, daß das untere Fragmentende unter mächtiger Callusbildung fest fixiert war. Dagegen zeigte das obere Ende noch geringe Verschiebbarkeit, wenn auch im Röntgenbild deutliche Callusbildung entlang dem eingepflanzten Knochen zu beobachten war.

Homoplastische Operationen fanden nur in wenig zahlreichen Fällen Verwendung zur Ausfüllung von Knochendefekten. Zwar besitzt erfahrungsgemäß vom Menschen entnommenes lebendes Knochenmaterial entschieden stärkere Neigung zu primärer Einheilung als Tierknochen oder Elfenbeinplatten, jedoch stellen sich der Beschaffung von frischen und nicht inficierten, zur Homoplastik geeigneten Knochenstücken naturgemäß meist die größten Schwierigkeiten entgegen. Zum ersten Male wurde homoplastische Knochenverpflanzung im Jahre 1883 von Volkmann in einem Falle von Tibiapseudarthrose mit dauerndem Erfolge angewendet. Derselbe füllte den Defekt der Tibia mit Knochenstücken, die er durch Resektion gewonnen hatte. Tillmanns übertrug frisch resecierten Knochen in einen 9 cm langen Defekt der Tibia und erzielte auf diesem Wege Heilung.

Zur Ausfüllung größerer Defekte in der Continuität eines Knochens ist wohl keine andere Maßnahme so geeignet wie die Autoplastik mit Bildung eines Periost- oder Periostknochenlappens. Durch sie wird das Ziel, funktionsfähiges Periost an Stelle der die Frakturenden verbindenden Bindegewebsmassen zu bringen, am sichersten erreicht. Die ersten erfolg-

reichen Versuche, zur Knochenplastik nur lebenden, dem gleichen Individuum entnommenen Knochen, der mit den ernährenden Weichteilen in Verbindung steht, zu benützen, unternahm Nußbaum 1873. Er verwandte zur Überbrückung von Knochendefekten Knochenstücke, die er von dem einen Fragment abgemeißelt, aber mit dem ernährenden Periost in Verbindung gelassen hatte und erzielte damit in 2 Fällen Heilung mit voller Funktion der betreffenden Extremität. Durch lange Zeit blieben diese bedeutsamen Beobachtungen Nußbaum's so gut wie unbeachtet. Erst 20 Jahre später hat sich W. Müller desselben Verfahrens mit Erfolg wieder bedient. Schon vor dem Erscheinen der Müller'schen Publikation über das von ihm empfohlene Verfahren hatte Tietze aus der Mikulicz'schen Klinik bereits von einem großen Substanzverlust in der Continuität der Tibia berichtet, der durch einen Hautknochenlappen aus der Vorderseite der Tibia mit so gutem Erfolge gedeckt wurde, daß der Patient seine Extremität vollständig gebrauchen konnte. W. Müller wandte seine Methode der Autoplastik erstmals in einem Falle von Unterschenkelpseudarthrose an, die infolge komplicierter Fraktur seit 6½ Monaten mit 2 cm langem durch Bindegewebe ersetzten Defekt der Tibia bestand. Die Fibula war fest verheilt und relativ zu lang. Nach Anfrischung und Durchmeißelung der Fibula ergab sich, daß eine Adaptation der Fragmente nur mit sehr erheblicher Verkürzung und nach Resektion der Fibula möglich wäre. Deshalb wurde Implantation des unteren Fibulafragmentes in das obere Tibiafragment etwa 1 cm tief vorgenommen und die Retention durch Silberdrahtnaht gesichert. Es blieb nun aber noch ein Defekt der Tibia von etwa 1 cm. Um diesen auszufüllen, wurde oberhalb der Pseudarthrose ein 2 cm breiter,

5—6 cm langer, 1 cm dicker Haut-Periost-Knochenlappen von der medialen Fläche der Tibia abgemeißelt, um seinen nach unten gelegenen Haut-Perioststiel gedreht, auf die angemeißelten Flächen der beiden Tibiafragmente brückenartig transplantiert und mittelst Hautnaht fixiert. Die Einheilung des Lappens erfolgte per primam intentionem mit Bildung einer sehr derben, festen Knochenbrücke. In 8 Wochen war vollkommene Consolidation eingetreten. Die Verkürzung des Unterschenkels, die vor der Operation 2 ½ cm betrug, belief sich allerdings 8 Monate später auf 4 cm. Feste Consolidation zu erzielen ohne jegliche Verkürzung gelang Müller infolge vereinfachter und vervollkommneter Operationstechnik erst bei einer seit 7 Jahren bestehenden Pseudarthrose der Tibia mit 1½ cm langem Defekt bei relativ zu langer Fibula. Die Fragmente wurden bei diesem Patienten nicht mittelst Längsschnittes, sondern gleich durch einen länglichen, zungenförmigen Lappen freigelegt, dessen Basis nach oben, dessen abgerundete Spitze nach unten lag. Der untere Teil des Lappens, etwa die untere Hälfte enthielt ein dickes Segment des unteren Tibiafragmentes, welches ungefähr 2—5 cm lang durch schräges Einsetzen des Meißels losgeschält wurde. Vom Beginne der Pseudarthrose ab bestand dagegen der Lappen nur aus Periost und Haut. Dieser Lappen wurde zunächst vorsichtig emporgehoben, um die Stelle der Pseudarthrose gut zu übersehen, das Bindegewebe zwischen den Knochenenden entfernt und das obere Fragment an der Vorderseite durch Abmeißeln angefrischt. Sodann wurde der Lappen unter leichter Querfaltung an der Basis nach oben gezogen, bis der knöcherne Anteil desselben die beiden angefrischten Fragmente deckte. Der ganze Lappen wurde durch einige tiefgreifende Haut-Periostnähte in seiner Lage

fixiert und durch Verband gegen seine Unterlage angepreßt. Die Einheilung erfolgte prima intentione und während die einige Jahre vorher vorgenommene Anfrischung der Fragmente mit nachfolgender Silberdrahtnaht keinen Erfolg hatte, zeigte sich 8 Wochen nach der Operation schon ziemlich gute, 4 Wochen später vollkommene Consolidation, so daß Patient trotz vorher bestehender erheblicher Atrophie des Unterschenkels bald ohne Stütze stehen und gehen konnte. Dieses Verfahren der osteoplastischen Pseudarthrosenbehandlung, das W. Müller 1895 veröffentlichte, zeichnet sich aus durch relative Einfachheit der Technik, durch Vermeidung von Verkürzung und durch besonders günstige Ernährungsbedingungen des Lappens, der keine Drehung durchzumachen hat. Wie schöne Resultate sich mit dieser Autoplastik erzielen lassen, ergibt eine Zusammenstellung von Gelinsky über 24 Pseudarthrosen der Müller'schen Klinik aus dem Jahre 1906. Darunter waren 14 Unterschenkelpseudarthrosen, von denen 12 durch die Müller'sche Autoplastik zur Heilung geführt wurden, während eine unter Bluteinspritzungen in 4 Monaten zur Heilung kam und nur bei einer anderen osteomyclitischen Pseudarthrose eine Nekrose des Haut-Periost-Knochenlappens eintrat.

Die Erfolge W. Müller's regten zahlreiche Chirurgen an, in gleicher Weise vorzugehen. So ist es Bardenheuer gelungen, wie er auf dem 25. deutschen Chirurgenkongreß 1896 mitteilte, Defekte des oberen Teiles des Humerus einmal in Folge von Osteomyclitis, das andere Mal nach Resektion wegen Tuberkulose zu ersetzen durch die abgemeißelte Spina scapulae samt Acromion, die durch Stieldrehung in den Defekt implantiert wurde. Der Erfolg war befriedigend und von Dauer. Auf dem 26. Chirurgen-

kongreß 1897 berichtet weiterhin Sprengel über ein zufriedenstellendes Resultat, das er bei einer Pseudarthrose der Tibia mit der Müller'schen Methode erzielt hatte, und Zeller hat dieselbe ebenfalls bei einer Pseudarthrose nach typischer Radiusfraktur zur Unterstützung der Consolidation herangezogen. Auch v. Eiselsberg teilte auf dem Chirurgenkongreß 1897 2 Pseudarthrosenheilungen durch Müller'sche Autoplastik mit. In dem einen Falle war bei einem 34-jährigen Manne nach Resektion eines Osteosarkoms der unteren Tibiahälfte ein Defekt von 12 cm Länge entstanden. Implantation eines von einem frisch getöteten, jungen Hunde entnommenen Femurs führte nicht zu fester Vereinigung der Tibiafragmente. Hierauf wurde aus der Tibia selbst ein Hautperiostknochenlappen geschnitten, dessen Stiel am oberen Rande des Defektes lag und dessen Spitze bis an die Tuberositas reichte. Der freie Rand des Lappens wurde exakt in die Ränder des Defektes eingenäht. Einen Monat nach der Operation war das transplantierte Stück in toto und fest eingeheilt und so der Tibiadefekt zur Heilung gebracht. In einem weiteren Falle bediente sich v. Eiselsberg der Müller'schen Plastik bei einem 8jährigen Jungen, der nach schwerer Unterschenkelfraktur an Osteomyclitis erkrankte, durch deren Behandlung ein Tibiadefekt von 8 cm Länge gesetzt wurde. Durch Autoplastik aus der Tibia ganz analog dem soeben geschilderten Falle wurde der Tibiadefekt gedeckt. Die Wundheilung, sowie die Einheilung des transplantierten Knochenstückes erfolgte reaktionslos, so daß der Patient nach 5 Wochen im Verband umhergehen konnte. Nach 4 Monaten war durch die Transplantation die Continuität der Tibia ohne jede Verkürzung wiederhergestellt und das transplantierte Stück stärker geworden.

Ferner wurde von Schloffer in der Prager Klinik bei einem 52jährigen Manne mit Tibiaspeudarthrose, die sich nach subkutaner Fraktur ausgebildet hatte, der Tibiadefekt durch einen Müller'schen Haut-Periost-Knochenlappen von 8 cm Länge und 4 cm Breite gedeckt. Obwohl Patient an Tabes litt, war 6 Wochen nach der Operation feste Consolidation eingetreten und das der Veröffentlichung beigegebene Röntgenbild bestätigt, daß der überpflanzte Knochenlappen sich erheblich verstärkt hatte und daß eine absolut feste Vereinigung an der Frakturstelle eingetreten war.

Auch Lotheisen behandelte eine Pseudarthrose nach Unterschenkelfraktur, eine nach Nekrose des Oberschenkels, 2 Fälle, bei welchen eine so bedeutende Knochenlücke bestand, daß eine direkte Vereinigung der Fragmentenden sich als untunlich oder unmöglich erwies, erfolgreich mit gestieltem Haut-Periost-Knochenlappen. Weiterhin berichtet Richter aus der Göttinger Klinik über einen Knaben, bei dem nach einer Fraktur des linken Unterschenkels im 5. Lebensjahre eine Pseudarthrose entstanden war. Nach einer Reihe von vergeblichen operativen Eingriffen wurde mittels Überpflanzung einer Knochenplatte vom unteren Tibiastumpfe durch Bildung eines Haut-Periost-Knochenlappens im 12. Lebensjahre Heilung erzielt.

A. Weiß teilt in einem Berichte über die von 1896—1899 in der Klinik v. Eiselsbergs operativ behandelten Pseudarthrosen 2 Heilungen durch Müller'sche Autoplastik mit. Eine Unterschenkelpseudarthrose nach komplicierter Fraktur wurde, da eine Diastase der Fragmente von 9 cm bestand, mittels Haut-Periost-Knochenlappens aus dem oberen Stumpfe durch Drehung um 180° überbrückt. Der Lappen heilte gut ein und bei der Entlassung nach 2½ Monaten war eine

absolut feste Verbindung des Knochenstückes eingetreten. Ebenso führte in einem anderen Falle von Pseudarthrose, der zuvor allen anderen Heilversuchen hartnäckigsten Widerstand entgegengestellt hatte, die Müller'sche Osteoplastik zur Beseitigung des Knochendefektes. Es handelte sich um eine Unterschenkelpseudarthrose nach komplicierter Fraktur, bei welcher trotz guter Adaption der Fragmente keinerlei Callusbildung zu erreichen war. Nachdem sich Stauungshyperämie, fernerhin ein Versuch, die angefrischten Tibiaenden mittels der Gußenbauer'schen Klammer zu fixieren, sowie mehrere Wochen lang fortgesetzte Darreichung von Calcium phosphoricum als völlig wirkungslos erwiesen hatten, wurde nach einer weiteren Periode von Stauungsbehandlung in einer 2. Operation ein Haut-Periost-Knochlappen aus dem oberen Stumpfe um 180° gedreht und in den Defekt gebracht. Trotz Gangrän des Hautlappens trat völlige Consolidation ein und Patient konnte 9 Monate nach der 2. Operation ohne Stock, fast gar nicht hinkend, gut gehen. Über weitere Erfolge v. Eiselbergs mit der Transplantation gestielter Haut-Periost-Knochenlappen aus dem einen Fragment berichtete Ranzi im Jahre 1906. In einem Falle von Unterschenkelpseudarthrose nach komplicierter Fraktur deckte v. Eiselsberg bei einem 7jährigen Knaben den 9 cm langen Tibiadefekt durch einen um 180° gedrehten Haut-Periost-Knochenlappen. Nach 2½ Monaten war Consolidation in guter Stellung erfolgt. Bei einer anderen Unterschenkelpseudarthrose bei einem 23jährigen Arbeiter wurde zunächst versucht, durch Anfrischung und Fixation mittels Gußenbauer'scher Klammer Consolidation herbeizuführen. Da diese jedoch ausblieb, wurde durch Bildung eines gestielten Haut-Periost-Knochenlappens aus dem einen Fragment innerhalb 4 Monaten voll-

kommene Funktionstüchtigkeit der Extremität wieder hergestellt. Auch Fiaschi veröffentlichte 1906 einen Fall erfolgreicher Pseudarthrosenbehandlung mittels gestielten Haut-Periost-Knochenlappens von dem einen Fragment. Bei einem 5jährigen Mädchen war infolge schwerer Infektion das mittlere Drittel der Tibia verloren gegangen: es bestand an dessen Stelle nur ein bindegewebiges Band ohne jedes Zeichen von Ossifikation. Fiaschi frischte beide Knochenenden an, nachdem er durch Entfernung des bindegewebigen Stranges eine Höhle zur Aufnahme des transplantierten Knochens geschaffen hatte. Dann meißelte er einen Haut-Periost-Knochenlappen von dem oberen Tibiaende ab, bildete einen schmalen Stiel und schlug ihn nach unten, wo er mit dem unteren Tibiaende vernäht wurde. Der Lappen heilte gut an und bildete nach einigen Monaten eine feste Knochensäule, die das Körpergewicht gut trug.

Es ist klar, daß man die Autoplastik Müller's unter gewissen Verhältnissen nicht anwenden kann, so günstige Chancen für die Einheilung und für die Beseitigung von Pseudarthrosen diese Operation auch sonst bietet. Es sind dies zunächst Fälle von sehr großen Defekten; denn wenn mehr als die Hälfte der Tibia fehlt, ist ja der zurückgebliebene Teil des Knochens nicht ausreichend, um einen osteoplastischen Lappen von entsprechender Größe zu formen. Das Müller'sche Verfahren hat außerdem nicht nur gesunde Haut zur Voraussetzung, sondern fordert auch, daß wenigstens eines der Fragmente hinreichend breit und dick ist, so daß man genug Knochensubstanz in den Lappen hineinbekommt. Wenn aber die die Pseudarthrose bildenden Tibiafragmente schmal und spitz aufeinander zustehen, ist diese Müller'sche Plastik nicht anwendbar. In einem solchen Falle hat zuerst

Reichel eine Knochenplastik vom anderen Unterschenkel gemacht. Es handelte sich um ein 3 Jahre altes Mädchen mit intrauteriner Fraktur des rechten Unterschenkels. Zunächst wurde versucht, durch plastische Verlängerung der Achillessehne und subperiostale Freilegung der Knickstelle der Fibula, Anfrischung und Vereinigung der Fibulaenden Heilung zu erzielen. Gleichzeitig wurde die Bruchstelle der Tibia freigelegt, das obere Fragment glockenförmig ausgehöhlt, und das spitze untere Bruchstück in den Hohlkegel eingefügt. Trotz Fixation der Knochenenden mit Aluminiumbroncedraht und durch Periostkatgutnaht trat keine Consolidation ein. Um dieses Ziel zu erreichen, wurde in einer weiteren Operation die Pseudarthrose bloßgelegt, die beiden Tibiafragmente in der Längsrichtung 8 cm weit gespalten und in den Spalt zwischen die federnden Knochenspangen ein der linken Tibia entnommenenes 6 cm langes, ca. $^3/_4$ cm breites und dickes Knochenstück eingesetzt und durch Periostkatgutnaht festgehalten. Doch auch dieser Eingriff blieb ohne Erfolg. Ebenso führte die Wiederholung der soeben geschilderten Operation nach 3 Monaten nicht zu dem gewünschten Resultate. Darum versuchte Reichel 1 Jahr später den Defekt durch italienische Plastik auszufüllen, indem er einen gestielten Haut-Periost-Knochenlappen vom gesunden linken Unterschenkel auf die rechte Tibia überpflanzte. Zunächst wurde die Pseudarthrose der Fibula freigelegt, das Periost zurückgehebelt, zwischen diesem und dem Knochen die Bruchstelle überbrückend ein ca. 4 cm langes 3 mm dickes Elfenbeinstäbchen gelegt und darüber das Periost genäht. Darauf wurde nach Incision der Narbe über der Tibia das Periost auf- und abwärts je ca. 3—4 cm weit gespalten. Über der Vorderseite des linken Schienbeins wurde sodann

ein viereckiger Hautlappen von 3 Seiten umschnitten und mittels Meißel eine 3 mm dicke Knochenplatte aus der Vorderfläche der Tibia im Zusammenhang mit Periost und Knochen abgeschlagen. Durch stumpfe Ablösung des breiten Hautfettstieles von der Muskelfascie wurde der Hautperiostknochenlappen mobilisiert und unter entsprechender Aneinanderlegung und teilweiser Kreuzung beider Unterschenkel in die vorher gesetzte Haut-Periostwunde des rechten Unterschenkels derart hineingeschlagen, daß er die Bruchstelle auf- und abwärts um je ca. 3 cm überragte. Die Fixation erfolgte durch Perioskatgutnaht und Gipsverband. Beim ersten Verbandwechsel nach 20tägigem fieberfreiem Verlaufe wurde der Weichteilstiel durchtrennt. In einigen Wochen war ganz feste Consolidation eingetreten und so die seit der Geburt bestehende Pseudarthrose beseitigt. Zwei weitere Fälle dieser Reichel'schen Pseudarthrosenplastik bringt Coenen in seiner Arbeit aus der v. Bergmann'schen Klinik. In dem einen Falle handelte es sich um ein 10jähriges Mädchen mit einer seit frühester Kindheit bestehenden Pseudarthrose der linken Tibia, die bis dahin durch Gipsverbände und künstliche Schienen behandelt worden war. Nachdem zuerst durch Drahtsuturen, dann durch Bluteinspritzungen Consolidation nicht zu erzielen war, wurde der Defekt der linken Tibia durch einen Haut-Periost-Knochenlappen von der rechten Tibia gedeckt. Es trat feste Vereinigung ein und Patientin vermochte ohne Schiene mit erhöhter Sohle gut zu gehen, ohne schnell zu ermüden. In dem 2. von Coenen mitgeteilten Falle wurde bei einem 15jährigen Schüler eine von Geburt an bestehende Unterschenkelpseudarthrose ebenfalls mit gutem Erfolge mittels Reichel'scher Plastik behandelt. Auch hier hatten sich zuvor Drahtnaht, Gipsverbände, Stauung

und Massage als ganz wirkungslos erwiesen. Nachdem das Verfahren der Reichel'schen Transplantation zu fester Consolidation geführt hatte, konnte Patient trotz 10 cm Verkürzung mit erhöhter Sohle ohne Schiene mehrere Stunden laufen.

Dieses autoplastische Transplantationsverfahren Reichel's erfuhr durch Mangold eine wesentliche Vereinfachung insofern, als dieser nicht einen gestielten Haut-Periost-Knochenlappen, sondern einen freien Periostknochenlappen aus der Vorderfläche der gesunden Tibia in den Defekt einheilte. Er ging zum ersten Male in dieser Weise vor bei einem 8jährigen Knaben. Nach Osteomyelitis der rechten Tibia, die zur Nekrose der gesamten Diaphyse geführt hatte, bildete sich nach der unter Schonung des Periostes vorgenommenen Nekrotomie unterhalb des Kniegelenks eine Pseudarthrose aus, die trotz aller angewandten Mittel, Schienenapparat, mechanischer Reizung, lange Zeit fortgesetzter Bier'scher Stauung, Gaben von Phosphorlebertran sich nicht änderte. Die Knochenenden waren, nach Röntgenbild sehr spitz ausgezogen und lagen sich auf 1½ cm Länge gegenüber ohne Neigung zu Knochenbildung. Da aus der Nachbarschaft kein brauchbares Periost zu erlangen war, wurde der Defekt mit einem der gesunden linken Tibia entnommenen ungestielten Periost-Knochenlappen gedeckt, nachdem die fibrösen Zwischengewebe exstirpiert und die Knochenfragmente durch einen um sie herumgeschlagenen dünnen Broncedraht miteinander in Berührung gebracht waren. Dieser 7½ cm lange, 2 cm breite Periost-Knochenlappen heilte gut ein und stellte die volle Funktionsfähigkeit wieder her.

Die Brauchbarkeit dieses erstmals von Mangold angewandten Verfahrens der freien Autoplastik wurde bestätigt und begründet durch sorgfältige und aus-

gedehnte Tierversuche Axhausens. Nach dessen Präparaten stirbt zwar das frisch samt Periost entnommene transplantierte Knochengewebe in allen Teilen ab, nicht aber das mitüberpflanzte Periost, das lebend und produktionsfähig bleibt, und wahrscheinlich auch nicht das ganze Knochenmark. Das implantierte abgestorbene Knochenstück wird allmählich durch neugebildetes Knochengewebe auf dem Wege der aufeinanderfolgenden lakunären Resorption und Apposition ersetzt. Als Quelle dieses Ersatzes kommt in erster Linie das mitüberpflanzte Periost und zweitens erhaltene Teile des mitüberpflanzten Knochenmarks in Betracht, an dritter Stelle — aber nur in der Gegend des knöchernen Lagers — die knochenbildenden Gewebe dieses Lagers. Auch Lexer weist hin auf die Wichtigkeit der Mitverpflanzung der Knochenhaut bei der Transplantation großer periostloser Lücken. Man erwartet demnach von dem implantierten Periost-Knochen nicht Wachstum des Knochengewebes, sondern Knochenproduktion von seiten des übertragenen Periostes, dessen Regenerationskraft einige Chirurgen durch sorgfältiges Abtragen aller Muskel- und Fascienbestandteile, sowie durch Längsincisionen besonders anregen.

Schon bevor Mangold sein Verfahren zur Behandlung von Unterschenkelpseudarthrosen angegeben hatte, war nach einer Publikation Klapp's aus dem Jahre 1900 ein großer Humerusdefekt in ganz analoger Weise durch freie Autoplastik zur Heilung gelangt. Es handelte sich um eine Patientin, der wegen Sarkoms die ganze Humerusdiaphyse oben dicht an der Epiphyse und unten etwa 4 Querfinger über der unteren Epiphyse abgesägt worden war. Der Defekt wurde durch ein Knochenstück ersetzt, das in Verbindung mit seinem Periost unter Blutleere aus der

Vorderfläche der Tibia ausgemeißelt und mit seinen Enden in die Markhöhlen der Humerusfragmente hineingesteckt wurde. An beiden Vereinigungsstellen trat völlige Consolidation ein, so daß es der Patientin später möglich war, alle häuslichen Arbeiten zu verrichten.

Die ausgezeichneten Erfolge Mangold's regten in der Folgezeit zahlreiche Chirurgen an, sich zur Beseitigung von Unterschenkelpseudarthrosen des gleichen, wegen seiner technischen Einfachheit empfehlenswerten Verfahrens zu bedienen. So wurde in der Bergmann'schen Klinik nach Coenen's Mitteilung eine 51jährige Frau mit einer 3 Jahre alten Pseudarthrose im oberen Drittel der linken Tibia nach Mangold operiert. In beide Fragmente wurde eine Kerbe eingemeißelt, darauf die rechte Tibia freigelegt, und ein fingerlanges Stück von der Breite der inneren Tibiafläche mit dem Periost ausgesägt, zurechtgeschnitten und in den Defekt der linken Tibia eingepflanzt, so daß das Knochenstück in den eingemeißelten Kerben ohne Naht fixiert war. Als 4 Monate nach der Operation der Gehgipsverband abgenommen wurde, war eine fast vollständige Consolidation und Verheilung der Pseudarthrose durch die Knochenimplantation eingetreten. Während des japanisch-russischen Krieges wurden im Shibuya-Lazareth von Hashimato und So 5 Fälle von Pseudarthrose mit nur teilweisem Erfolge nach Mangold behandelt, indem ungestielte Periost-Knochenlappen von der vorderen Tibiafläche auf Knochendefekte im Humerus oder der Tibia der anderen Seite übertragen wurden.

In der Klinik v. Eiselsbergs wurde nach dem Berichte Ranzis eine nach komplicierter Fraktur zurückgebliebene 2 Jahre alte Pseudarthrose des Radius durch freie Autoplastik geheilt. Der zur Deck-

ung des Knochendefektes verwendete 4 cm lange, 1½ cm breite und ½ cm dicke Tibia-Periost-Knochenlappen führte innerhalb 6 Wochen zur festen Verbindung der Knochenenden und zu dauernder Consolidation. Auch Hofmeister gelang es durch das Mangold'sche Operationsverfahren in einem Falle von ausgedehntem Knochendefekt die Continuität wiederherzustellen. Bei einem 28jährigen Mädchen war vor mehr als einem Jahre ein Sarkom des rechten Humerus durch extraperiostale Continuitätsresektion des mittleren Drittels der Humerusdiaphyse entfernt worden. Die Länge des Defekts betrug etwa 10 cm. Nach Vorbereitung der Knochenstümpfe wurde ein 11 cm langes Periostknochenstück aus der rechten Tibia losgetrennt und in die Markhöhle der Humerusstümpfe eingepflanzt. Die Weichteilspannung machte eine weitere Befestigung des Knochens überflüssig. Die Patientin hatte nach reaktionsloser Heilung wieder einen gut brauchbaren rechten Arm, mit dem sie alle Bewegungen ausführen konnte. An dem 3 Monate nach der Operation gefertigten Röntgenbilde fand sich eine starke Knochenbildung. Weiterhin weist Perthes auf eine durch freie Autoplastik erzielte Heilung eines Humerusdefektes hin. Bei einem 12jährigen Knaben wurde die obere Hälfte des Humerus wegen Knochencystenbildung reseciert und ein aus der Tibia mit dem Periost entnommener Knochenteil als Ersatz eingepflanzt. Es kam in 6 Wochen zur festen Vereinigung zwischen den Resten des Humerus und dem transplantierten Knochen. Das funktionelle Resultat war vollkommen befriedigend. Rauenbusch transplantierte bei einem 5jährigen Knaben mit Pseudarthrose beider Unterschenkelknochen des linken Beines, nachdem Anfrischung, Naht und Gipsverband erfolglos geblieben waren, 3 Monate später einen ungestielten

Periost-Knochenlappen. Ein der rechten Tibia entnommenes 5 cm langes Ersatzstück stellte die Continuität der Tibia innerhalb 7 Wochen vollständig wieder her. Heidenhain stellte auf dem 37. Chirurgenkongreß 1908 ein 4jähriges Kind vor, welchem er vor 2 Jahren wegen eines myelogenen Sarkoms der Diaphyse der rechten Tibia diese fast in ganzer Länge exstirpiert und durch ein von der Innenfläche der linken Tibia samt Periost abgespaltenes Knochenstück ersetzt hatte. Nach reaktionslosem Verlauf ging das Kind von der 7. Woche an ohne Verband. Eine $3^1/_2$ Monate später erfolgte Fraktur an der Stelle der Transplantation heilte in kurzer Zeit unter Gipsverband. Heidenhain zeigte ferner das Röntgenbild eines Kindes, welchem er einen 10 cm langen vollkommenen Defekt der Tibia, durch akute Osteomyelitis entstanden, ebenfalls durch ein von der Innenfläche der anderen Tibia mit Periost abgespaltenes Stück ersetzt hatte. Auch hier war Consolidation mit voller Funktion zu stande gekommen. Auf dem gleichen Congreß konnte Barth über einen Versuch mit freier Autoplastik berichten. Bei einem 21jährigen Manne wurde ein 20 cm langes Stück des Humerus wegen periostalen Sarkoms cirkulär mitsamt Periost reseciert. Ein Versuch, den Defekt mittels eines sterilisierten Skelethumerus zu ersetzen, mißlang; ebensowenig führte die Implantation der sterilisierten Fibula einer frischen Leiche zur knöchernen Vereinigung. Nach Autoplastik mit 20 cm langem Periost-Knochenspahn aus der Tibia trat knöcherne Vereinigung mit beiden Humerusstümpfen ein, aber es bildete sich oberhalb der Mitte infolge fortschreitender Rarefikation eine Pseudarthrose aus. Offenbar hatte in diesem Falle die produktive Tätigkeit des überpflanzten Periosts nicht gleichen Schritt gehalten mit der in jedem

Falle von freier Autoplastik eintretenden Knochenresorption. Ein glücklicheres Resultat hatte die freie Knochen-Periosttransplantation in einem früher von Barth operierten Falle von 6 cm langem zirkulären Defekt der Tibia nach osteomyelitischer Totalnekrose bei einem 8jährigen Knaben. Nach Implantation zweier Periostknochenspähne der gesunden Tibia trat vollständige Consolidierung mit massiger Knochenbildung und vorzüglicher Gebrauchsfähigkeit des Beines ein. Auch Brentano stellte ein Mädchen vor, welchem er eine Pseudarthrose durch Mangolds Transplantation beseitigt hatte. Nach Resektion eines Tibiasarkoms war ein 15 cm langer Defekt zurückgeblieben, in welchen ein Periost-Knochenstück eingebracht wurde. Dieser Lappen wurde von der gleichen Tibia oberhalb der Resektionsstelle völlig losgetrennt und oben mit der Tibiasägefläche, unten mit einer Grube des Talus durch Nähte verbunden. Drei Monate nach der Operation konnte sich die Patientin bereits ohne Verband und ohne Stock fortbewegen. In dem Berichte über die Verhandlungen der deutschen Gesellschaft für Chirurgie vom Jahre 1908 findet sich auch eine Mitteilung Naumanns, der einem 41jährigen Manne den distalen Teil des linken Radius in einer Ausdehnung von 9½ cm wegen Sarkoms reseciert und den Defekt durch ein entsprechendes Stück aus der Tibia im Zusammenhang mit dem Periost ersetzt hat. Das Ersatzstück war ohne jede Naht oder Nagelung fest eingeheilt. Braun deckte einen Defekt des Humerus nach Resektion wegen Knochencyste ebenfalls durch freie Autoplastik aus der Tibia und erzielte so einen vollkommen festen Oberarmknochen. Chutaro Tomita publicierte 3 Fälle von ausgedehnter Knochentransplantation durch freie Autoplastik, Fälle, bei denen es sich um Knochenschüsse

handelte, welche der Autor während des japanisch-russischen Krieges im Reservespital zu Nagoya zu behandeln hatte. In dem einen Falle wurde eine Tibiapseudarthrose von 6 cm Länge nach Ausheilung einer Schußverletzung am rechten Unterschenkel ausgefüllt durch ein Knochenstück aus dem oberen Tibiafragment. Der Knochenspahn wurde entfernt von der Pseudarthrose in Zusammenhang mit Periost und Mark von der Entnahmestelle völlig getrennt und in den Defekt derart eingepflanzt, daß seine beiden Enden in die Markhöhle der angefrischten Stümpfe eingeschlagen wurden. Nach etwa 14 Wochen langer Behandlung war der implantierte Knochen so fest fixiert, daß keine abnorme Beweglichkeit wahrzunehmen war und in der 23. Woche vermochte Patient fast ohne Stock etwas hinkend eine kurze Strecke Wegs zu gehen. In einem weiteren Falle war nach Verletzung des rechten Unterschenkels ein 5 cm großer Diaphysendefekt der Tibia zurückgeblieben, der durch einen 7 cm langen Periost-Knochenlappen von der Vorderfläche der anderen Tibia überbrückt wurde. Nach 3 Monaten war das implantierte Knochenstück fest eingeheilt mit gutem funktionellen Resultat. Schließlich teilt Ch. T. noch einen Fall von Pseudarthrose mit, die nach Schußverletzung am linken Oberarm während der Wundheilung zur Ausbildung gekommen war. Der Versuch, Callusbildung anzuregen nach Bier's Methode durch Blutinjektionen von 10—30 ccm in Pausen von 7—10 Tagen verlief resultatlos, da das defibrinierte Blut jedesmal ohne Reaktion resorbiert wurde. Ebenso scheiterte der Versuch, durch Anfrischung der atrophisch verdünnten Fragmentstümpfe und Knochennaht Heilung zu erzielen. Diese wurde erst erreicht durch treppenförmige Anfrischung nach Excision des fibrösen Zwischengewebes und Trans-

plantation eines aus der Tibia entnommenen und mit Silberdraht fixierten Periost-Knochenstückes, das nach etwa 7 Wochen fest eingeheilt war.

Eine Weiterentwicklung der Mangold'schen Pseudarthrosenoperation wurde angebahnt durch Codivilla. Er geht von der Ansicht aus, daß nicht die Übertragung von Knochensubstanz, sondern von funktionsfähigem Periost die Hauptsache sei und umschneidet auf der gesunden Tibia ein Stück Periost, welches groß genug ist, durch eine röhrenförmige Brücke oder Manschette die beiden Fragmente der Tibia zu verbinden. Mit einem feinen Meißel wird nur eine ganz dünne Lamelle der Cortikalis mitsamt diesem Periostlappen herausgeschnitten. Letzterer wird derart um die kranke Tibia herumgelegt und befestigt, daß er die Stelle der Pseudarthrose deckt. Besonders wichtig ist es, nach Codivilla, die beiden Knochenenden vorher zu skeletieren, d. h. auf das peinlichste auf eine nicht zu kleine Strecke von dem schwartig entarteten Periost zu reinigen. Nach Schluß der Wunde wird das Bein durch einen Gipsverband immobilisiert. In Deutschland fand das Vorgehen Codivillas sehr wenig Nachahmung, zum Teil wohl aus dem Grunde, weil das Verfahren keine technische Vereinfachung darstellt gegenüber der freien Knochen-Periost-Autoplastik, vielleicht auch deswegen, weil die Pseudarthrosentherapie dem Chirurgen eine ohnedies sehr reiche Auswahl von Methoden bietet. Kleinschmidt berichtet über einen Fall von Pseudarthrose der Ulna eines 8jährigen Knaben nach Continuitätsresektion wegen ischämischer Muskelkontraktur. Um die angefrischten Knochenenden wurde ein 4 cm langer, 2 cm breiter Periostlappen aus der Tibia des Patienten manschettenartig herumgelegt und mittelst Naht fixiert. Unter Gipsverband behielt das isolierte Periost seine

Lebensfähigkeit und die Fähigkeit der Knochenproduktion, so daß der Knochen 3 Monate nach der Operation fest konsolidiert war.

Häufiger als diese Periostübertragung Codivillas wurde ein von Hahn ausgebildetes und zuerst angewandtes Verfahren zur Heilung schwerer Pseudarthrosen herangezogen. Bereits im Jahre 1884 operierte Hahn eine Tibiapseudarthrose mit 8,5 cm langem Defekt, indem er die Fibula oben durchsägte und in das obere Fragment der Tibia einpflanzte. 9 Monate nach der Operation waren die Knochen vereinigt, die Fibula hypertrophiert bis zur Dicke der Tibia. Der Patient konnte gut gehen und mit seinem Bein das Gewicht des Körpers tragen. Ein sehr gutes Resultat schreibt auch Lilienthal dieser Methode zu. Bei einem 9jährigen Knaben, bei dem infolge schwerer Verletzung eine ausgedehnte Lücke in der unteren Hälfte der Tibia bestand, während die Fibula intakt war, durchtrennte L. die Fibula und stemmte das untere Stück derselben gegen das obere Tibiafragment, an dem er es auch fixierte. Innerhalb 4 Monaten trat Heilung ein. Das der Publikation beigegebene Röntgenbild zeigt den Defekt der Tibia völlig ausgeglichen und die Conturen des Knochens normal. Durch einen 1 cm breiten Brückenkallus ist die Tibia mit der an dieser Stelle leicht nach innen geschweiften, sonst aber gesunden Fibula verwachsen. Daß die Tibia ihre normale Configuration so vollständig wieder angenommen hatte, läßt wohl den Schluß zu, daß nicht so sehr das implantierte Stück der Fibula als vielmehr Knochenneubildung vom erhaltenen Periost und den Fragmentenden der Tibia aus die Consolidation bewirkt hat. Ferner berichten Albert und Bergmann über mit Hahn's Methode behandelte Knochenlücken. Im Jahre 1894 nahm Brahmann bei einem

7jährigen Mädchen nach einer schweren Osteomyelitis der rechten Tibia, in deren Verlauf eine Sequestrierung der ganzen Diaphyse der Tibia erfolgte, die Implantation der Fibula in die obere Epiphyse der Tibia vor, wobei er besonders auf die Erhaltung der oberen Epiphysenlinie der zu implantierenden Fibula Rücksicht nahm. Die Fibula erreichte allmählich die 3—4fache Stärke einer normalen Fibula und durch Erhaltenbleiben der Epiphysen blieben normal bewegliche Gelenke vorhanden. Das Bein wurde auf diese Weise ohne Schienenapparat stütz- und gebrauchsfähig. Dieser Fall beweist klar, wie die Fibula die nötige Stärke und Festigkeit erhält, um als einziger Stützknochen im Unterschenkel zu dienen und für die in Wegfall gekommene Tibia Ersatz zu bieten. Einer geringen Modifikation des Hahn'schen Verfahrens bediente sich nach einer Mitteilung Schloffer's-Wölfler bei einem 8jährigen Mädchen, das infolge eines osteomyelitischen Prozesses mit Nekrose der ganzen Tibiadiaphyse bei minimaler Neigung zu Knochenregeneration einen Tibiadefekt von 10 cm Länge besaß. Wölfler durchtrennte die Fibula, lagerte sie an den angefrischten Tibiastumpf an und befestigte sie mittels einiger Elfenbeinstifte. Sodann wurde auch der untere Tibiastumpf an die Fibula angelagert, beide Knochen angefrischt und durch einen Elfenbeinnagel miteinander verbunden. Der Erfolg dieser Operation war zunächst nur eine Consolidation beider Knochen an ihrer unteren Vereinigungsstelle und eine zweite Operation, bei welcher die Knochenfragmente abermals angefrischt und durch Silberdrahtnähte vereinigt wurden, führte zur endgültigen, wenn auch langsamen Consolidation und Heilung.

Gelinsky behandelte 1906 einen Fall von Pseudarthrose nach komplicierter Fraktur des Unterschenkels

nach Hahn kombiniert mit Autoplastik nach Müller-König. Auch Hashimoto und So überpflanzten in 2 Fällen nach Hahn die unverletzte resp. geheilte Fibula in große Defekte der Tibia. Während es einmal nicht zur Dauerheilung kam, trat in dem 2. Falle ein guter Erfolg ein. Es handelte sich um einen Soldaten, der beim Sturm auf Port-Arthur eine Schußfraktur des linken Unterschenkels erlitt. Nach 2 Monaten bestand ein Tibiadefekt von 12 cm Länge. Um diesen auszufüllen, wurde das obere Fragmentende freigelegt, das narbig hypertrophierte Periost vom Knochen sorgfältig abgelöst. Der porös erscheinende Knochenteil und das stark degenerierte Mark wurden entfernt und die Fibula in Höhe des oberen Tibiabruchendes mit Giglisäge durchtrennt. Die durchsägte Fibula wurde dann in das Knochenmark des oberen Tibiafragmentes eingepflanzt, das Tibiaperiost mit dem Periost der Fibula vernäht. Nach 12 Tagen war die Hautwunde vollkommen geheilt. Nach späteren Erkundigungen trat eine leidlich feste Vereinigung der Knochen ein, sodaß der Patient den Unterschenkel mit Hilfe einer leichten Holzschiene gebrauchen konnte. Auf dem 5. Congreß der deutschen Gesellschaft für orthopädische Chirurgie 1906 berichtete Bade über eine Tibiadefektheilung, die er durch Implantation der Fibula erreicht hatte. Bei einem 5jährigen Kind bestand von Geburt an eine ausgedehnte Lücke im unteren Tibiaabschnitte. Um diese auszufüllen, wurde zunächst der Tibiastumpf an seiner lateralen Seite von Periost entblößt, das Fibulaköpfchen freigelegt. Darauf wurde versucht die Fibula herunterzuziehen und an die laterale Seite der Tibia heranzubringen. Da dies trotz längerer Bemühungen nicht gelang, wurde das untere Ende des Tibiastumpfes, das aus Knorpel bestand, excidiert, bis es gelang, die Fibula

soweit herunterzuziehen, daß sie unter starkem Zug und seitlichem Druck in das untere Ende der Tibia hineingepflanzt werden konnte. Die Spannung machte eine Knochennaht unnötig; die beiden Knochen konsolidierten bei reaktionslosem Wundverlauf fest miteinander. Das 5 Monate nach der Operation hergestellte Röntgenbild zeigt am Unterschenkel nur einen Knochen: die Implantationsstelle läßt sich nicht mehr erkennen. Auch Wittek gelang die Beseitigung eines partiellen Tibadefektes durch Einpflanzung der Fibula. Bei einem 4 Jahre alten Mädchen mit einem Defekt der unteren Hälfte der rechten Tibia, lockerer Verbindung von Tibia und Fibula, Verkürzung des Unterschenkels und Equinovarusstellung des rechten Fußes versuchte Wittek zunächst eine feste Verbindung zwischen der Fibula und dem Tibiarest herzustellen, um bei Erhaltung des normalen Kniegelenkes das Wadenbein zum Stützbein der Extremität zu machen. Zu diesem Zwecke wurde unter möglichster Schonung des Intermediärknorpels das Fibulaköpfchen proximal und von der Medianseite angefrischt. Nach subperiostaler Abschiebung der an der Tibiametaphyse ansetzenden Muskeln wurde an letzterer ein der Form und Ausdehnung nach entsprechender Teil der Tibia abgespalten und fortgenommen. Nun ließ sich das angefrischte Fibulaköpfchen unter kräftigem Zug gut in die entsprechende Stufe der Tibia einlagern, sodaß die Tibia mit ihrem Rest die Fibula schiente und sicher in der neuen Stellung erhielt. Diese gute Adaptierung machte eine Knochennaht unnötig; es wurde nur mit starken Seidensuturen der Periostüberzug beider Knochen vereinigt. Trotz schwerer Infektion trat die gewünschte Verbindung beider Knochen ein. Bei einer 2. Operation wurde der Talus an der lateralen Seite, der Calcaneus an der oberen Fläche

so angefrischt, daß beide Knochen zwei Begrenzungsflächen einer Nische bildeten, in welche das untere Fibulaende gut eingepaßt werden konnte. Die Heilung erfolgte auch hier ohne Verletzung des Epiphysenknorpels der Fibula. Das Bein konnte vollkommen als Stützbein verwendet werden. Auch Martin hat in einem analogen Falle die Fibula zur Beseitigung eines kongenitalen Tibiadefektes mit Erfolg herangezogen. Die Tibia stellte bei der 7jährigen Patientin einen etwa ein Drittel der normalen Länge aufweisenden Knochenstummel des proximalen Endes dar. Die Fibula war etwas stärker als die andersseitige und artikulierte distal mit dem Calcaneus und Talus. Die Verbindung war sehr locker, der Fuß stand in Klumpfußstellung. Das Fibulaköpfchen wurde an der Tibia mittelst Knochennaht befestigt, später nach Einkerbung der Achillessehne das untere Ende mit dem Talus durch Naht vereinigt. Nach primärer Einheilung war die Funktion des Beines bei Gebrauch eines leichten Hülsenapparates zufriedenstellend. Auf dem Chirurgenkongreß 1895 demonstrierte Gluck einen Fall von trefflich gelungener Einheilung der Fibula in einen Tibiadefekt mit Röntgenbildern. Er hatte 1892 bei einem jungen Manne wegen Sarkoms der Tibia zwei Drittel des Knochens mit dem unteren Gelenkende und dem Talus entfernt, darauf die Fibula aus allen ihren Verbindungen gelöst, ihr oberes Ende in die Markhöhle des Tibiastumpfes geschoben, den Malleolus externus in eine aus dem Calcaneus ausgelöffelte Mulde gelagert und daselbst mit einem Elfenbeinstift fixiert.

Für die günstigen Erfolge, welche die Implantation der Fibula bei großen Defekten der Tibia in Aussicht stellt, sprechen auch folgende Fälle aus der chirurg. Klinik in Freiburg, die zum Teil anderweitig

schon veröffentlicht sind. Es handelt sich um 3 Fälle von ausgedehntem Defekt der Tibia nach Osteomyelitis, bei denen nach vorangegangenen Versuchen mit osteoplastischen Verfahren nach Müller schließlich erst durch die Implantation der Fibula in den Tibiakopf ein definitives gutes Resultat erzielt wurde. Bei dem einen Falle S. läßt sich an der Hand von Röntgenaufnahmen, die mehrere Jahre nacheinander vorgenommen wurden, verfolgen, wie die Fibula von Jahr zu Jahr kräftiger wird und wie sie nach Ablauf von knapp 3 Jahren der Tibia der gesunden Seite an Umfang kaum nachsteht. Die Funktion war auch eine entsprechend gute, wenn natürlich auch eine nicht unerhebliche Verkürzung zurückblieb. Der Defekt der Tibia betrug ca. 12 cm; die Verkürzung etwa 6 cm.

Von dem Falle L. konnte die Klinik viele Jahre später, als Patientin einer Apoplexie erlag, in den Besitz des Knochenpräparates kommen, das ebenfalls die außerordentliche Dickenzunahme der in den Tibiakopf implantierten Fibula ergibt. Patientin war jahrelang mit erhöhter Sohle umhergegangen. Die Verkürzung betrug in diesem Falle ca. 7—8 cm. Auch im 3. Falle, wo ein Defekt von ca. 12 cm durch Osteomyelitis entstanden war, konnte durch Implantation der Fibula wie in den vorangehenden Fällen die Gehfähigkeit ohne besonderen Stützapparat nur mit erhöhter Sohle wieder erzielt werden. Die knöcherne Vereinigung der implantierten Fibula war in allen 3 Fällen eine vollkommene.

Den im vorausgehenden geschilderten Methoden der osteoplastischen Pseudarthrosenbehandlung reiht sich ein Verfahren an, das erstmals in der Freiburger chirurgischen Klinik von Herrn Geheimrat Kraske mit bestem Erfolge angewandt wurde. Es handelte sich um einen 7 Jahre alten Knaben L., der am

19. IV. 09 von einem Mühlrad gefaßt und bis ins Wasser heruntergezogen wurde. Der Unfall wurde dadurch bemerkt, daß das Mühlrad stillstand. Patient war, als man ihn aus dem Wasser zog, nicht bewußtlos. Der Arzt überwies ihn sofort der Klinik. An beiden Conjunktiven zeigten sich geringe Sugillationen, an Stirne und Wange umschriebene livide Verfärbung. In der linken Leistengegend fanden sich leichte Hautabschürfungen, am rechten Unterschenkel schwere komplicierte Fraktur. An der Innen- und Vorderseite der Tibia bemerkte man eine ausgedehnte Wunde. Etwa in der Mitte war die Tibia schräg gebrochen; das untere Fragment lag in ca. 6—8 cm Ausdehnung völlig entblößt, das Fußgelenk war an der Innenseite eröffnet, die Gegend des malleolus internus zum Teil tangential abgeschliffen. Auch die Fibula zeigte eine komplicierte Fraktur ca. 3 cm oberhalb des malleolus externus. Weiter oben war die Fibula nochmals gebrochen. Die Gefäße waren unverletzt geblieben; die Cirkulation im Fuße war gut. Die Zehen konnten bewegt werden. Herr Geheimrat Kraske entschloß sich, die primäre Knochennaht an Tibia und Fibula mittels Bronzedraht auszuführen. Die Wunden wurden vorn zum großen Teil genäht, nach hinten drainiert; eine Weichteilquetschwunde an der Vorderseite des Oberschenkels wurde excidiert und genäht, und die Extremität auf Volkmann'scher Schiene gelagert. Nachdem Patient die Nacht zum 20. IV. gut verbracht, war der Zustand zunächst befriedigend. Der Knabe war ruhig und hatte nur geringe Schmerzen. Das Sensorium war klar; Puls 120, leidlich kräftig, regelmäßig; Wärmeverteilung gut. Morgens gegen 10 h wurde Patient plötzlich unruhig und unter hohem Temperaturanstieg benommen. Die Atmung blieb ruhig und auch auf der Lunge waren keine Verdich-

tungen nachzuweisen. Puls, der leidlich kräftig blieb' war frequenter geworden. Das Sensorium war stark benommen, sodaß Patient auf wiederholtes lautes Anrufen kaum reagierte. Außerdem wurde Rigidität der Muskulatur, sowie geringe Nackensteifigkeit beobachtet. An den Extremitäten bemerkte man einige Male unkoordinierte Zuckungen. Der Urin blieb frei von Fett. Der plötzlich eingetretene schwere Zustand stellte sich bald als Folgeerscheinung einer Wundinfektion heraus, die das Resultat der primären Knochennaht sehr in Frage stellte. Am 5. V. wurde die Extremität in Gipsverband gelegt. Die Entzündungserscheinungen gingen nun allmählich zurück und es kam ungefähr 6 Wochen nach der Verletzung zur Ausstoßung mehrerer Sequester. Nach Abnahme des Gipsverbandes zeigte sich, daß die Fibula zwar konsolidiert war, daß aber die Tibia noch sehr ausgesprochen abnorme Beweglichkeit zeigte. Das Röntgenbild ergab einen Defekt zwischen den atrophischen, zugespitzten Enden der Tibia von mehreren cm. Da unter diesen Umständen nur durch eine plastische Knochenoperation eine Heilung der Pseudarthrose zu erzielen war, so wurde am 11. IX. folgende Operation vorgenommen: Es wurde unter Blutleere zunächst die Fibula durchtrennt und aus ihr unter Schonung des Periost und der Weichteile ein Stück reseciert, das halb so groß war, wie der durch Anfrischung vergrößerte Defekt in der Tibia, wobei darauf geachtet wurde, daß der Zusammenhang des resecierten Fibulastückchens mit dem ligamentum interosseum und den benachbarten Weichteilen nicht vollständig gelöst wurde. Sodann wurde das ligamentum interosseum durchtrennt und das resecierte Fibulastück durch die Ligamentlücke hindurch zwischen die beiden angefrischten Tibiafragmente verlagert. Eine Fixierung-

durch die Naht erwies sich nicht als nötig und wurde in hinreichendem Maße erzielt durch Anlegung eines Gipsverbandes. Das einige Zeit nach der Operation hergestellte Röntgenbild zeigt das Fibulastück zwischen den Tibiaenden, die Fibulafragmente in guter Adaption und deutliche beginnende Callusbildung sowohl an dem verlagerten Knochenstück wie auch an den Tibiaenden. Das hier beigegebene Röntgenbild I wurde einige Monate später am 16. II. 1910 angefertigt, zu einer Zeit, wo die Consolidation zwar noch nicht vollkommen war, die abnorme Beweglichkeit aber immerhin wesentlich nachgelassen hatte. Die Operationswunden waren zu dieser Zeit im allgemeinen geschlossen. Auf dem Röntgenbild sieht man, wie von dem etwas schräg liegenden interponierten Fibulastückchen sowohl auf der oberen als besonders auf der unteren Seite eine reichliche Knochenneuproduktion stattgefunden hat. Auch mit der Bruchstelle der Fibula bestehen 2 knöcherne Verbindungen. Es läßt sich aber noch deutlich zwischen den Tibiafragmenten und dem interponierten Fibulastückchen eine nicht vollkommen verknöcherte schmale Zone erkennen. Das untere Tibiafragment erscheint noch außerordentlich atrophisch, während das obere viel weniger der Atrophie verfallen erscheint. Nachdem der Patient schon bald nach der 2. Operation im Gipsverband Gehversuche unter Stütze auf ein Volkmann'sches Bänkchen unternommen hatte, konnte er am 20. III. 1910 mit geringer Verkürzung des rechten Unterschenkels, auf den er sich gut stützen konnte, mit leichtem Hülsenapparat aus der Klinik entlassen werden. Einige Zeit später, am 3. VI. 1910 stellte sich Patient wieder vor. Die Nachuntersuchung ergab eine vollkommene Consolidation des früher abnorm beweglichen Unterschenkels. Auf dem damals hergestellten Rönt-

genbild II sieht man gerade noch erkenntlich das zwischen die Frakturenden der Tibia interponierte Fibulastückchen, das sowohl mit den Tibiafragmenten als auch mit der Frakturstelle der Fibula in festem knöchernen Zusammenhang steht. Das untere Fragment der Tibia erscheint noch etwas zugespitzt und ist in viel höherem Grade atrophisch wie das obere Fragment. Die Cortikalis ist noch sehr verschmälert, der Markraum weitmaschig durchscheinend.

Diese von Herrn Geheimrat Kraske ersonnene und mit bestem Erfolge angewandte Operation stellt eine Bereicherung der Pseudarthrosentherapie dar. Bietet sie doch gegenüber anderen Methoden wesentliche Vorteile. So führt sie im Gegensatz zu der Bergmann'schen Fibularesektion bei Tibiadefekt zu weit geringer Verkürzung der Extremität. Allerdings dürfte auch dieses Verfahren sich besonders eignen für nicht allzu ausgedehnte Knochenlücken. Ein weiterer Vorzug der Methode liegt darin, daß sie sich auch anwenden läßt in Fällen von Zuspitzung der Fragmenten, die eine gestielte Plastik nach Müller nicht zuließen, sowie schließlich darin, daß sich der Eingriff für den Patienten insofern einfacher gestaltet, als die andere Extremität völlig intakt bleibt.

Alle diese Momente dürften diese Operation für Tibiapseudarthrosen von geringer Ausdehnung, bei denen die Continuität der Fibula vollständig erhalten ist, geeignet erscheinen lassen.

Zum Schlusse bleibt mir die angenehme Pflicht. Herrn Prof. Dr. Oberst für die freundliche Überlassung des Themas und für die bei der Ausführung der Arbeit gewährte Unterstützung sowie Herrn Geheimrat Prof. Dr. Kraske für die gütige Übernahme des Referates meinen ergebensten Dank auszusprechen.

Fig. I.

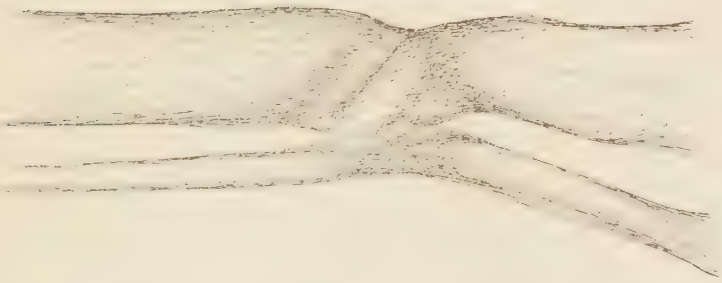

Fig. II.

Lebenslauf.

Verfasser dieser Arbeit, Karl Reinhart, wurde geboren am 26. Februar 1886 zu Dampfach, Bez. Haßfurt, Königr. Bayern. Er besuchte das kgl. neue Gymnasium zu Würzburg, das er Juli 1905 mit dem Zeugnis der Reife verließ. Vom 1. Oktober 1905 bis zum 1. April 1906 genügte er seiner Dienstpflicht mit der Waffe beim kgl. 9. Infanterie-Regiment in Würzburg. Den vorklinischen Studien oblag er an der Universität Würzburg, wo er im März 1908 die ärztliche Vorprüfung bestand. Darauf studierte er in München, Würzburg, Kiel und Freiburg und beendete am 15. Dezember 1910 in Freiburg die ärztliche Staatsprüfung.

Literatur.

Handbuch der praktischen Chirurgie. Von Prof. v. Bergmann, P. v. Bruns, J. v. Mikulicz.

E. Lexer. Lehrbuch der allgemeinen Chirurgie.

P. v. Bruns. Die Lehre von den Knochenbrüchen. Deutsche Chirurgie. Lieferung 26, 1886.

Helferich. Über künstliche Vermehrung der Knochenneubildung. Archiv für klin. Chirurgie 36, 4. 1886.

Bier. Die Bedeutung des Blutergusses für die Heilung des Knochenbruches. Heilung von Pseudarthrosen und von verspäteter Callusbildung durch Bluteinspritzung. Mediz. Klinik I, 1905.

Reinhardstöttner. Über Pseudarthrosen und ihre Behandlung. Inaug. Diss. München 1908.

Gelinsky. Zur Behandlung der Pseudarthrosen. Bruns' Beiträge 48.

Ranzi. Beiträge zur operativen Behandlung von Frakturen. Archiv f. klin. Chirurgie 80. 3. 4.

Weiß A. Zur Casuistik der operativ behandelten Pseudarthrosen. Zeitschrift für Chirurgie. Bd. 53. S. 836.

Munk. Über das Einlegen von Elfenbeinzapfen in die Markhöhle der Röhrenknochen bei der Operation der Pseudarthrose und bei dislocierten Frakturen. Beitr. zur klin. Chirurgie VI. 3.

E. Markus. Beitrag zur operativen Behandlung gebrochener Knochen. Bruns' Beiträge. Bd. 16. S. 101.

v. Mikulicz. Zur Behandlung der Pseudarthrose. Verhandlungen der deutschen Gesellschaft für Chirurgie 1889.

W. Müller. Über die heutigen Verfahren der Pseudarthrosenheilung. Sammlung klinischer Vorträge Nr. 145, 1896.

Barth. Über Osteoplastik in histologischer Beziehung. Arch. für klin. Chirurgie Nr. 43, 1894.

Kronacher. Zum gegenwärtigen Stand der Osteoplastik. Münchner mediz. Wochenschr. Nr. 12, 1896.

Smolny. Über Homoplastik der langen Röhrenknochen. Inaug. Diss. Breslau 1904.

Barth. Über Osteoplastik. Langenbecks Archiv. Bd. 84.

Colley F. Ein Versuch, die Behandlung der Pseudarthrosen zu vereinfachen. Centralblatt für Chirurgie Nr. 26.

Chutaro Tomita. Über Knochentransplantation bei ausgedehntem Continuitätsdefekt der langen Röhrenknochen. Deutsche Zeitschr. für Chirurgie. Bd. 90.

Müller W. Zur Osteoplastik bei Pseudarthrosen. Centralblatt für Chirurgie Nr. 11, 1893.

Müller W. Eine weitere Vereinfachung der osteoplastischen Pseudarthrosenoperation. Centralblatt f. Chir. Nr. 96, 1895.

Bardenheuer. Über Transplantation der Spina scapulae zum Ersatze der oberen Humerushälfte. Archiv für klin. Chirurgie 53.

Eiselsberg. Zur Heilung größerer Defekte der Tibia durch gestielte Hautperiostknochenlappen. Langenbecks Archiv. Band 55.

Schloffer H. Zur Osteoplastik bei Defekten der Tibia. Bruns' Beiträge. Bd. 25.

Lotheisen. Zur Behandlung der Pseudarthrosen durch Osteoplastik. Beitr. z. klin. Chir. Bd. 54.

Richter. Über die Behandlung nicht geheilter Knochenbrüche bei Kindern. Inaug. Diss. Göttingen 1900.

Fiaschi. Ersatz der Tibia bei einem Kinde. Australasian. med. gaz. 1906. Novbr.

Reichel P. Zur Behandlung schwerer Formen von Pseudarthrosen. Ein Beitrag zur Behandlung der sog. intrauterinen Frakturen des Unterschenkels. Langenbecks Arch. 71.

Coenen. Zur plastischen Behandlung der Unterschenkelpseudarthrosen. Langenbecks Archiv. Bd. 83.

Mangoldt. Übertragung ungestielter Periost-Knochenlappen zur Heilung von Pseudarthrosen. Langenbecks Archiv. 74.

Axhausen. Die histologischen und klinischen Gesetze der freien Osteoplastik auf Grund von Tierversuchen. Langenbecks Archiv. Bd. 88.

Klapp. Über einen Fall von ausgedehnter Knochentransplantation. Zeitschr. f. Chir. Bd. 54.

Hashimoto und So. Über Pseudarthrosenbehandlung nach Schußverletzungen. Langenbecks Archiv. Bd. 86.

Hofmeister. Ersatz eines großen Humerusdefektes durch freie Autoplastik aus der Tibia. Württemberger Corresp. Blatt Nr. 37, 1906.

Perthes. Frei Knochentransplantation nach Resektion wegen Knochencyste. Münchner med. Wochenschr. Nr. 26, 1908

Rauenbusch. Ein Beitrag zur Behandlung der angeborenen Unterschenkelpseudarthrose. Deutsche med. Wochenschr. Nr. 22, 1908.

Heidenhain. Osteoplastischer Ersatz der Tibiadiaphyse. Centralblatt für Chir. 1908.

Brentano. Beitrag zur Knochenüberpflanzung in Röhrenknochendefekte. Verhandlungen der deutschen Gesellschaft für Chirurgie. 1908.

Codivilla. Sull cura della pseudarthrosi congenita della tibia. Archivia di ortopedia. Bd. 24.

Kleinschmidt P. Zur Behandlung ischämischer Muskelkontrakturen. Zugleich ein Beitrag zur Pseudarthrosenheilung. Deutsche med. Wochenschr. Nr. 17, 1907.

Liliental. Osteoplastik operation for loss of substance of the tibia. Skiagraph showing result. Med. News No. 14, 1896.

Bade. Zur Pathologie und Therapie des Tibiadefektes. Zeitschrift für orthopäd. Chir. Bd. 16.

Wittek. Zur operativen Behandlung des partiellen Tibiadefektes. Zeitschr. f. orthopäd. Chir Bd. 67.

Martin. Contribution à l'étude des anomalies congénitales du tibia.

Gluck. Probleme und Ziele der plastischen Chirurgie. Verhandlungen d. deutschen Gesellschaft f. Chir. 1895.